FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1966

THÈSE

N° 418

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

Jean, Camille PARIS

né le 4 décembre 1935 à PARIS XIVe

Présentée et soutenue publiquement le :

ESTIMATION DE LA NUISANCE DES BRUITS INDUSTRIELS PAR LE MEDECIN DU TRAVAIL PROCEDES DE MESURE & CRITERES D'APPRECIATION

Président M. DESOILLE, Professeur.

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE · PARIS-Ve

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1966 N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

Jean, Camille PARIS

né le 4 décembre 1935 à PARIS XIVe

Présentée et soutenue publiquement le :

ESTIMATION DE LA NUISANCE DES BRUITS INDUSTRIELS PAR LE MEDECIN DU TRAVAIL PROCEDES DE MESURE & CRITERES D'APPRECIATION

Président M. DESOILLE, Professeur.

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

1/1/1966

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Renard (G.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN . . . . . Georges **BROUET.**

1er ASSESSEUR . . . . . Daniel **BARGETON**

2e ASSESSEUR . . . . . Jean **GOSSET**

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie et virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
—	POLONOVSKI (J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
—	DOGNON (A.)
—	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	DENOIX (P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY (Ch.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
—	KUSS (R.)
—	VERNE (J.-M.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
—	BRICAIRE (H.)
—	PÉQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	N...
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
—	LEVY (Mlle J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
—	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)

	MM.
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAROTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie anthropologique	OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	NEZELOF (Ch.)
Bactériologie	BARBIER (P.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.)
	DREYFUS (J.-Cl.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Histologie	COUJARD (R.)
Parasitologie	LARIVIÈRE (M.)
Pathologie expérimentale	LOEPER (J.)
	RICHET (G.)
Physiologie	DEJOURS (P.)
	ROUCAYROL (J.-Cl.)
	SCHERRER (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)
	GOUGEROT (L.)
	TUBIANA (M.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

		MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)		REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)		SOULIÉ (P.)
— — (Boucicaut)		LENÈGRE (J.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	—	N...
	Cochin	LEGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)		MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
— — — (Foch)		PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)		FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)		DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)		MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)		DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)		DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)		LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)		HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)		DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)		TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)		MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)		DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)		HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)		BERNARD (J.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)		CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales	Bicêtre	DEPARIS (M.)
	Broussais	MILLIEZ (P.)
	Cochin	BROUET (G.)
	Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
	Lariboisière	SÉZE (S. de)
	Pitié	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
	Saint-Antoine	BOUDIN (G.)

	MM.
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Saint-Antoine	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
— — (Cochin)	BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie	MOZZICONACCI (P.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	THIEFFRY (S.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique et orthopédique (R.-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
Séméiologie médicale (A. Chantin)	DOMART (A.)
— — (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)
— — (Pitié)	RAMBERT (P.)
— — (Rothschild)	WOLFROMM (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)

b) **Professeurs à titre personnel :**

Hématologie	ANDRÉ (R.)
	BOUSSER (J.)
Hydrologie et climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)
Médecine	AZERAD (E.)
	BOUR (H.)
	CABROL (Ch.)
	GROSSIORD (A.)
	LAMBLING (A.)
	LAUNAY (Cl.)
	PAYET (M.)
	PERRAULT (M.)
	SIGUIER (F
	WORMS (R.)
Neuro-chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE F.
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI (Cl.)
	ROYER (P.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.)
	MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.
Anatomie pathologique	GOUYGOU (Ch.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)
Biochimie médicale	CARTIER (P.) GONNARD (P.)
Biologie médicale	HARTMANN (L.)
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Physique médicale	COURSAGET (J.) GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

IV. — PROFESSEUR ASSOCIÉ

Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D.)

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseillers administratifs	Mlle CHAINTREUIL (G.) M. FAYE (R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque. Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.),
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), Dr SCHILLER (J.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A mon Père, le Docteur Jean PARIS

Médecin Chef du Service Général de Médecine
du Travail à l'Electricité et Gaz de France.

qui m'a inspiré le sujet de cette thèse.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546023_0045

A ma Mère,

A ma Femme,

A ma Famille,

A mes Amis

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur H. DESOILLE

Professeur de Médecine du Travail

qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Respectueux hommages et sentiments reconnaissants.

A Monsieur MATTEI

Chef de Division Acoustique - Vibration - Extensiomètrie
Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France.

A Monsieur MAITRE,

Agent Technique - Division Matériel
Automatisme et Acoustique
Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France.

En remerciement amical, pour leur bienveillant accueil, leurs conseils et leur documentation.

A mes Maîtres de l'Hôpital de Villeneuve Saint Georges

Monsieur le Docteur A. ABAZA

Médecin Chef de l'Hôpital,

Monsieur le Docteur E. BOYER

Monsieur le Docteur J. de THOMASSON

Chirurgiens de l'Hôpital

En leur exprimant notre reconnaissance respectueuse pour les enseignements qu'ils nous ont dispensés.

INTRODUCTION

Le Bruit est un des facteurs prépondérants de l'environnement. Il est nuisible ; les troubles qu'il provoque sont nombreux .

Il détériore la fonction auditive en provoquant des hypoacousies et des surdités, par traumatisme sonore ou par fatigue auditive.

Il perturbe les fonctions intellectuelles, mentales,caractérielles, psychomotrices, de l'individu.

LEHMAN montre qu'un bruit perçu comme étant peu ou pas gênant, sera capable de provoquer une vasoconstriction artériolaire et capillaire périphérique. VON EIFF voit s'élever la tension artérielle, la production de CO_2, le quotient respiratoire , chez les sujets soumis pendant cinq jours de suite à un bruit durant plus d'une heure ; il montre que, si la tension artérielle systolique ne tarde pas à revenir au niveau antérieur, la tension artérielle diastolique reste surélevée durant toute l'expérience ; effet d'accoutumance, mais aussi effet permanent.

Le pouvoir pathogène du Bruit est reconnu par le Législateur : l'hypoacousie professionnelle est inscrite depuis I963 aux tableaux des Maladies Professionnelles et donne droit à réparation.

Il est donc important, pour le Médecin du Travail, d'estimer la nocivité du Bruit lorsqu'il étudie l'environnement et les conditions de travail.

Mais , les problèmes d'acoustique et de sonométrie sont très souvent complexès et délicats ; c'est pourquoi l'emploi de mesures simples, l'existence de critères d'estimation simples, sont nécessaires.

Nous nous sommes attachés à montrer ici qu'il était possible au Médecin, dans le cadre de ses fonctions et de ses connaissances, d'établir des mesures et d'évaluer la nocivité des Bruits d'une façon satisfaisante par rapport aux normes Internationales.

Le Médecin laissera à l'Ingénieur Acousticien les problèmes plus compliqués de mesure, d'identification, d'analyse et d'atténuation du Bruit.

Nous avons pensé qu'un rappel sommaire sur la nature des Bruits Industriels, les définitions usuelles concernant la perception et la mesure des Bruits, les critères de gêne et de nocivité employés habituellement, était nécessaire avant d'exposer comment le Médecin du Travail peut pratiquer ses propres estimations.

Des exemples pratiques complèteront ce travail.

oOo

CHAPITRE I

NATURE DES BRUITS INDUSTRIELS

I - DIVERS TYPES DE BRUITS

1 - Nature des forces mises en jeu

2 - Rayonnement

3 - Propagation

II - CARACTERISTIQUES DES SOURCES DE BRUITS

1 - La puissance acoustique

2 - La directivité - Diagramme de directivité

3 - La stabilité du bruit

4 - Le spectre :

a - Définition :

son pur, son musical, son complexe,

bruit, bruit de bande, bruit blanc

b - exemples de spectres sonores rencontrés dans les installations industrielles :

spectres de raies, sons purs, sons musicaux

spectres continus, bruits blancs, bruits de bande

spectres complexes

c - Importance de la représentation spectrale d'un bruit

NATURE DES BRUITS INDUSTRIELS

I - DIVERS TYPE DE BRUITS

La nature du bruit perçu par un observateur dépend de trois facteurs :

1 - de la nature des forces mises en jeu par la source sonore

2 - du rayonnement de la source

3 - de la propagation du bruit produit.

1 - L'énergie mécanique ou électrique se transforme en énergie acoustique suivant deux formes :

- une forme alternative (force de balourd - force magnétique)
- une forme impulsive (chocs fluide-fluide, chocs fluide-solide, chocs solide-solide)

2 - Le raysonnement se fait soit en "jet", rayonnement direct, soit par l'intermédiaire d'une structure.

3 - La propagation se fait plus ou moins directement entre la source et l'observateur, par voie solide ou aérienne. Les diverses composantes d'un bruit peuvent être renforcées ou affaiblies d'une façon sélective par les éléments solides ou les volumes qui s'interposent entre la source sonore et l'observateur.

II - CARACTERISTIQUES DES SOURCES DE BRUIT

On caractèrise une source sonore par :

1 - la puissance acoustique qui mesure l'importance du rayonnement sonore;

2 - La directivité qui précise l'importance relative du rayonnement suivant la direction ;

3 - la stabilité qui définit, en facteur du temps, les évolutions sensibles à l'observateur du phénomène sonore.

1 - La puissance acoustique :

Rappelons sa définition : $W = I S$

I = intensité acoustique

S = surface du rayonnement

Un sonomètre mesure l'intensité acoustique.

Cette intensité ne caractérise par l'importance du rayonnement d'une source si elle n'est pas associée à la surface du contour de mesure ; seule, elle se limite à définir l'état existant en un point donné du champ acoustique ; elle caractérise l'excitation perçu par un observateur placé au même endroit que le microphone.

Prenons l'exemple d'un groupe principal et d'un petit moteur : les niveaux de pression sonore moyens relevés à un mètre pourront être égaux bien que les niveaux de puissance acoustiques de ces deux sources pourront différer de 20 décibels. C'est-à-dire, que près de ces deux sources, les impressions ressenties seront identiques (sous réserve de l'identité des spectres) alors qu'à une certaine distance, on observera que le bruit du groupe domine.

2 - La directivité - diagramme de directivité

Le diagramme de directivité permet de répéter les irrégularités du rayonnement sonore dans l'espace environnant la source. La directivité variera d'une source à une autre, suivant la fréquence, suivant la distance à laquelle on se trouve de la source.

Pour caractériser la puissance moyenne d'une source il faudra donc un nombre de points de mesure suffisants, l'intensité du rayonnement variant suivant la direction.

3 - La stabilité du bruit

Un bruit de caractère impulsif ou fluctuant sera plus gênant ou sera plus nocif qu'un bruit de même spectre ayant un niveau stable.

4 - Le spectre

a - définition :

son pur,

pour un son pur chacune de ses caractéristiques est fonction sinusoïdale du temps (vitesse, pression etc....) . La fréquence déterminera sa hauteur.

son musical,

un son musical est une superposition de sons purs, d'harmoniques de fréquence 2f, 3f, ... La fréquence du fondamental caractérise la hauteur ; le timbre est fonction du rang et de l'importance des harmoniques.

son complexe ,

un son complexe est une somme de sons purs dont les fréquences ne présentent aucune mesure commune et dont lès intensités relatives sont quelconques.
Ces deux caractéristiques pouvant subir des fluctuations continuelles et désordonnées.

bruit,

un bruit a la définition du son complexe (on en exclut le caractère musical et on y implique un caractère de gêne).

bruit de bande,

un bruit de bande a toutes ses fréquences limitées à un certain intervalle quelconque.

bruit blanc ,

un bruit blanc possède toutes les fréquences du domaine audible (I6 à I6.000 Hz), l'intensité étant égale à toutes les fréquences.

b - exemple de spectres sonores rencontrés dans les installations industrielles, spectres de raies, sons purs, sons musicaux.

1 - Spectres de raies, sons purs, sons musicaux :

très grave	- résonance gaine : 30 Hz aspiration compresseur : 20 Hz et harmoniques
grave	- transformateur 100 Hz et harmoniques
médium	- ventilateur 200 à 400 Hz surpresseur 200 à 800 Hz
aigu	- bruit magnétique I000 Hz
très aigu	- résonance tige soupape 1000 Hz

2 - Spectres continus, bruit blanc, bruit de bande :

turbulence pur : ventilateur , jet

bruit statistique continu : fond, ambiance

3 - Spectres complexes :

c'est le cas le plus couramment rencontré.

Il s'agit de superposition de spectres de raies à des spectres continus :

bruit magnétique se superposant à un bruit de ventilation et de roulement,

bruit de ventilateur et canaux d'encoches se superposant au bruit de ventilation;

superposition de spectres sonores en provenance de différentes machines.

c - Importance de la représentation spectrale d'un bruit

La connaissance du spectre permet de mettre en évidence des raies et d'en connaître leur fréquence; on pourra alors déterminer la cause d'un bruit. Par exemple, dans le cas d'un moteur électrique, l'ingénieur peut calculer que la fréquence du fondamental du son musical engendré par le moteur est égal au produit du nombre de pales ou d'encoches par la vitesse de rotation exprimée en tours par seconde et que cela correspond au sifflement créé par le passage des pales du ventilateur devant les tiges de fixation du flasque ou des canaux de ventilation du rotor devant ceux du stator.

De plus, dans une ambiance sonore où existe une source à caractériser, le spectre permet de mettre en évidence ce qui est propre à la source sonore. D'autre part le spectre permet de caractériser une nuisance en mettant en évidence les aigus plus gênants que les graves à intensité égale.

oOo

CHAPITRE II

- LA PERCEPTION ET LA MESURE DES BRUITS -

I - L'OREILLE

II - LA PERCEPTION ET LE DECIBEL

III - ISOSONIE - LE PHONE

IV - LES DECIBELS A, B et C.

oOo

LA PERCEPTION ET LA MESURE DES BRUITS

I - L'OREILLE

L'oreille peut être considérée comme un récepteur d'information sensible aux pressions acoustiques. Les fréquences auxquelles l'oreille est sensible sont comprises entre 20 Hz et 20.000 Hz. L'oreille est un récepteur de sensibilité logarithmique. Rappelons la loi de WEBER et FECHNER : "la sensation est proportionnelle au logarithme de l'excitation".

II - LA PERCEPTION ET LE DECIBEL

Nous croyons utile de rappeler à propos de la loi de WEBER et FECHNER la définition du décibel.

Cette loi peut s'écrire,

$$S = k \log I$$

Par conséquent si nous considérons deux excitations successives :

$$S_1 = k \log I_1$$

et $$S_2 = K \log I_2$$

soit $$S_1 - S_2 = k \frac{\log I_1}{\log I_2}$$

D'où la deuxième loi :

" La variation de sensation est proportionnelle au logarithme du rapport des excitations qui la provoquent".

Par définition on exprime en Bel la quantité :

$$N \text{ Bel} = \log 10 \frac{a}{b}$$

ou en décibel :

$$N \text{ db} = 10 \log 10 \frac{a}{b}$$

Une quantité exprimée en db est donc dix fois le logarithme à base 10 d'un rapport de deux grandeurs quelconques. On dit que le niveau de la première de ces grandeurs au-dessus de la seconde est de N db.

Les décibels ont été adoptés en acoustique parce que l'expression définissant les niveaux en db a la même forme que celle traduisant des variations de sensation auditive en fonction du rapport des intensités correspondantes.

La notation en db permet de parcourir l'étendue du domaine de l'audition à l'aide d'une échelle graduée de 0 à 120 alors que les intensités s'étagent entre 10^{-12} W/m^2 (seuil d'audibilité) et 10 W/m^2 (seuil de la douleur). De plus 12 Bels étaient peu pour balayer cet écart, et par ailleurs, le décibel correspond à la plus petite variation de sensation discernable.

III - ISOSONE - LE PHONE

HELMOTZ, FLETCHNER et MUNSON ont, à partir de l'hypothèse selon laquelle il est possible de percevoir l'égalité de sensation sonore due à deux sons de hauteurs différentes, établi des courbes d'égale intensité sonore et subjective, ou isosoniques (fig. I). Les sons de 1000 Hz ont été pris comme référence. Le niveau d'isosonie est défini par le niveau No du son de référence exprimé non en décibels, mais en phones.

Exemple :

Un son de 66 db à 100 Hz à la même intensité qu'un son de 60 db à 1000 Hz : leur niveau d'isosonie est 60 phones.

IV - DECIBELS A, B et C

Le réseau de lignes isosoniques (fig. 1) montre qu'aux niveaux élevés, l'intensité acoustique subjective dépend peu de la fréquence; aux niveaux faibles, au contraire, l'oreille perçoit mal les fréquences basses. Les sonomètres devraient posséder toutes les caractéristiques du système auditif, en principe, et ainsi tenir compte de toutes les lignes isosoniques. C'est impossible. C'est pourquoi on a été amené à employer des réseaux correcteurs, qui, insérés dans les appareils de mesure acoustique, tiennent lieu de la sensibilité auditive. Pratiquement, trois réseaux correcteurs sont utilisés, appelés A, B et C.

Les courbes d'affaiblissement de ces réseaux (ou courbes de pondération)correspondent aux courbes isosoniques d'un individu moyen ayant une audition normale (Fig. 2).

La courbe C, appelée courbe linéaire, permet d'obtenir sans correction la valeur globale des pressions acoustiques ; les courbes A et B atténuent l'action des basses et moyennes fréquences ; en courbe A à partir de 800 Hz, en courbe B à partir de 400 Hz. Ainsi, à la fréquence 100 Hz, la courbe A atténue de 20 db et la courbe B de 5 db (fig. 2).

oOo

CHAPITRE III

LES CRITERES DE GENE ET DE NOCIVITE

I - LES CRITERES DE GENES

II - CRITERES DE NOCIVITE

1 - Définition de la nocivité

2 - Exposition permanente - Les critères nationaux et internationaux

3 - Exposition fractionnée

a - l'abaque I.S.O.

b - temps d'énergie équivalente

c - le traumatisme sonore

oOo

LES CRITERES DE GENE ET DE NOCIVITE

A partir de quels niveaux sonores un bruit devient-il nuisible ? Quels sont les niveaux qui ne doivent pas être dépassés ? Deux considérations sont à envisager : soit les niveaux compatibles avec une activité donnée, soit les niveaux au-dessus desquels il y a un risque morbide ou un risque d'atteinte de l'intégrité auditive.

I - CRITERES DE GENE

Ce sont par de nombreuses études statistiques qu'ont été établies des courbes dites "courbes d'équibruyance" (fig. 3). A partir du spectre sonore par bande d'octave d'une ambiance, on détermine un "indice d'évaluation ou critère de bruyance", à l'aide de réseaux de courbes d'évaluation définis par l'I.S.O. : c'est l'indice de la courbe qui tangente supérieurement le spectre.

La figure 4 représente deux exemples d'évaluation d'un bruit par l'utilisation des courbes d'équibruyance proposées par l'I.S.O.

Le bruit n°1 (plancher de conduite dans une chaufferie) dont les valeurs globales sont :

95 db C

93 db B

9I db A

présente un spectre qui tangente dans sa partie supérieure la courbe d'équi-bruyance 86. Le bruit sera caractérisé par l'indice d'évaluation ou critère de bruyance 86.

Le bruit n° 2 (bureau ouvert sur un chantier) dont les valeurs globales sont :

64 db C

58 db B

55 db A

présente un spectre qui tangente supérieurement la courbe d'équibruyance 50.

L'indice est donc ici : 50 .

Cet indice permet de caractériser la gêne.

On prend comme référence le tableau suivant: (voir page I6).

L'I.S.O. a aussi proposé un autre indice d'évaluation du bruit, NOISE RATING NUMBERS, qui est la valeur moyenne d'un bruit à la fréquence 1.000.

II - CRITERES DE NOCIVITE

1 - Définition de la nocivité

Les critères de nocivité définiront les niveaux sonores à partir desquels il y a risque de surdité. Dans ce cas il s'agit presque toujours d'ambiance sonore dans des enceintes industrielles. On établit le critère de nocivité comme précédemment, mais on tient compte de la durée d'exposition Ainsi les critères de nocivité ne seront pas les mêmes pour une exposition permanente ou pour une exposition fractionnée.

2 - Exposition permanente - Les critères nationaux et internationaux :

Est considérée comme exposition permanente une exposition prolongée de huit heures par jour pendant 25 ans, par exemple, ou cinq heures par jour pendant au moins dix ans (I.S.O.). Dans ces conditions, les limites admissibles

LIMITES ADMISSIBLES POUR DIVERSES AMBIANCES SONORES

	Indice maximum
Studio de radiodiffusion	I5
Salle de concert, théatre	20
Salle de classe, salle d'audition, Studio TV, salle de conférence	20
Chambres à coucher (cf. correction)	25
Salle de conférence non sonorisée (20 personnes) ou sonorisée (plus de 20 personnes) cinéma, Hôpital, église , bibliothèque	30
Salle de séjour (cf. correction)	30
Cuisine	40
Restaurant	45
Gymnase	50
Pool dactylographique	55
Atelier	65

Corrections :

a - son pur très audible	- 5
b - bruit impulsif, durée irrégulière ou apériodique	- 5
c - ambiance limitée au temps de travail	+ 5
d - ambiance pendant 25 % du temps	+ 5
6 % du temps	+ 10
I, 5 % du temps	+ I0
0, 50 % du temps	+ I5
0, I0 % du temps	+ 25
0, 02% du temps	+ 30
e - Situation rurale ou faubourg très calme	- 5
faubourg calme	0
zone urbaine résidentielle	+ 5
aire industrielle	+ 15

sont définies par le niveau et la composition du bruit.

Les différents organismes nationaux et internationaux ont défini les limites de bruyance à ne pas dépasser et au-delà desquelles existe un risque pathologique. Ces limites sont établies en fonction de la fréquence et tiennent compte de la plus grande nocivité des sons aigus.

En France la Commission d'Etude du Bruit du Ministère de la Santé Publique a proposé récemment une courbe limite encadrée par deux autres, une supérieure au-delà de laquelle il y aurait danger de surdité, une inférieure en deçà de laquelle le danger de surdité serait négligeable (fig. 5). On remarque que les niveaux admissibles sont fonction de la fréquence pour la courbe médiane jusqu'à 500 Hz :

95 db à 60 Hz

90 db à 125 Hz

85 db à 250 Hz

A partir de 500 Hz le degré de bruyance admissible est de 80 db pour les fréquences aiguës (limite supérieure à 85 db).

BERANEK (U.S.A.) propose une courbe peu différente avec une tolérance de I0 db au-dessus et au-dessous, mais ses valeurs moyennes sont nettement supérieures aux valeurs françaises.

Autres exemples : le JAPON admet comme valeur maxima à ne pas dépasser :

95 db de I00 à 200 Hz

90 db de 200 à 3200 Hz

85 db de 3200 à 6400 Hz

L'U.R.S.S.

90 db de I00 à 350 Hz

85 db à 90 db de 350 à 800 Hz

75 db à 85 db au-delà de 800 Hz

On voit qu'il existe de légères différences entre les différentes propositions. Remarquons cependant, que toutes les organisations reconnaissent le danger des fréquences aiguës et, la plupart admettent alors un risque certain pour des intensités supérieures à 85-90 db.

3 - Expositions fractionnées :

Ce sont pour des intensités sonores élevées qu'il y aura un risque morbide lors d'expositions fractionnées. Deux sortes de critères sont actuellement proposés : l'abaque de l'I.S.O. et le temps d'énergie équivalente.

D'autre part l'INS a proposé des critères tentant d'évaluer à partir de quels niveaux sonores il y aurait risque de traumatisme sonore.

a - Abaque I.S.O.

L'I.S.O. a tenté de définir des règles précises pour établir les limites admissibles en exposition fractionnée. En effet, l'I.S.O. propose une abaque (fig.6) qui permet de fixer les relations à respecter entre la durée de chaque exposition, la durée des périodes de repos et le nombre de cycles admissibles en fonction de l'indice d'évaluation de bruyance. Les critères ainsi établis sont théoriques.

Nous reproduisons à la figure 6, cet abaque dont nous donnons ci-contre la traduction en français des dénominations anglaises :

- NOISE RATING NUMBERS for intermittent noise exposure (indices d'évaluation des bruits pour des expositions intermittentes)
  - Off time in minutes = temps de non exposition en minutes
  - On time in minutes = temps d'exposition en minutes
  - Permitted exposure cycles per day = nombre de cycles permis par jour.
  - Noise rating Numbergs (N) - add 5 bd when scale A readings are given = indice d'évaluation du bruit, pour l'obtenir ajouter 5 db à la valeur globale en courbe A.

Exemple : soit une ambiance d'indice de bruyance I00, on peut admettre dix cycles d'exposition repos comprenant une période d'exposition du bruit de I6 minutes suivie d'une période de repos de 32 minutes (soit huit heu - res au total).

b - Temps d'énergie équivalente :

On pourrait faire estimer la nuisance d'un bruit par la notion d'énergie sonore. Dans ces conditions, serait reoonnue comme insalubre toute exposition correspondant à une quantité quotidienne d'énergie sonore supérieure ou égale à celle reçue lors d'une exposition de huit heures au niveau de 95 db.

Une exposition d'une durée t au niveau sonore N serait ainsi caractérisée par un temps te, dit temps d'énergie équivalente et calculé de telle sorte qu'une exposition à 95 db pendant le temps te corresponde la même énergie reçue qu'au cours de l'exposition au niveau N pendant le temps t.

Soit,

$$t_e = kt$$

k serait égal à I pour un niveau de 95 db et pour huit heures.

Pour 98 db, k est égal à 2 et l'on a :

$$t_e = 2 \times 4 \text{ heures} = 8 \text{ heures}$$

Donc 4 heures d'exposition à 98 db équivaudraient à 8 heures d'exposition à 95 db.

On admet les valeurs suivantes pour les coefficients k (fig. 7) :

	95 db	98 db	101 db	104 db
k	1	2	4	8

On remarque que le coefficient double quand l'intensité sonore mesurée en db augmente de 3 db.

c - Le traumatisme sonore

L'I.N.S. propose 4 courbes : I - II - III et IV (fig. 8) . Le bruit est caractérisé par la zone la plus élevée atteinte dans une bande quelconque du spectre.

On distingue donc 5 zones :

1 - au-dessous de la courbe I l'ambiance est considérée comme calme.
2 - entre les courbes I et II l'ambiance est bruyante et non dangereuse.
3 - entre les courbes II et III le danger de surdité en cas d'exposition prolongée varie de 0 % (courbe II) à 100 % (courbe III).
4 - entre les courbes III et IV le danger de surdité en cas d'exposition temporaire (1 heure par jour) varie de 25 % (courbe III) à 100 % (courbe IV)
5 - au-dessus de la courbe IV, le danger de surdité existe de façon appréciable même en cas d'exposition accidentelle.

Ainsi au-dessus de la courbe III il y a un risque de traumatisme sonore même pour des expositions rares. Ce risque est chiffré à I00 db pour les aigus (1200 Hz).

oOo

CHAPITRE IV

ESTIMATION SIMPLIFIEE DE LA NOCIVITE DES BRUITS

I - POSITION DU PROBLEME

II - MESURE DES INTENSITES

- A - MESURES SPECTRALES
- B - MESURES GLOBALES EN COURBE A, B, C.

III - CHOIX DES POINTS DE MESURE

IV - PRESENTATION DES MESURES

V - ESTIMATION DE LA NOCIVITE - COMPARAISON DES COURBES A, B, C LES CRITERES I.S.O.

- A - COMPARAISON DES COURBES A B C ENTRE ELLES
- B - COMPARAISON DE LA COURBE A AVEC LES CRITERES DE NOCIVITE DE L'ISO

VI - PROTOCOLE PROPOSE

oOo

ESTIMATION SIMPLIFIEE DE LA NOCIVITE DES BRUITS

I - POSITION DU PROBLEME

Le Médecin du Travail sera amené à évaluer la nocivité des bruits lors des études de poste ou d'insalubrité. Toutes les mesures faites pour aboutir à l'estimation de la nocivité devront être précédées d'un certain nombre de remarques pouvant caractériser les conditions du travail. Ces remarques seront faites par une observation directe. Elles porteront principalement sur l'ambiance sonore et sur la nature des sources de bruit ; choc, impact, vibrations, frottements, frictions, écoulements, ... Il faudra tenir compte aussi du rythme propre du bruit, de sa répétition dans le temps des effets de résonance éventuels.

Toutes ces caractéristiques sont directement observables et seront propres à chaque ambiance ou source sonore.

Viendront ensuite les mesures des intensités sonores et les conditions dans lesquelles elles ont été faites.

II - MESURE DES INTENSITES

A - MESURES SPECTRALES

Les mesures spectrales du bruit seront laissées à l'ingénieur ou au médecin spécialisé. Elles se font habituellement par bande d'octave ou par tiers d'octave.

B - MESURES GLOBALES EN COURBES A, B, C,

La mesure globale permet d'obtenir immédiatement à l'aide d'un sonomètre d'utilisation courante, une seule indication capable de caractériser le bruit étudié. Nous avons vu que pour tenir compte de la sensibilité particulière de l'oreille suivant les fréquences, on interposait des filtres pondérateurs entre le microphone et l'appareil de lecture. La Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.) prévoit trois courbes graduées en décibels : les courbes A, B, C.

III - CHOIX DES POINTS DE MESURE

Les points de mesure seront choisis par le Médecin du Travail pour répondre à deux notions principales :

a - déterminer l'ambiance de la salle,

b - déterminer les principaux points de présence du personnel suivant les postes de travail. Ainsi dans une salle de machines, les mesures seront effectuées face aux machines, à la distance habituelle où le personnel se trouve pour la conduite ou l'entretien, des mesures seront effectuées devant le tableau de contrôle ou de conduite ; enfin un certain nombre de mesures seront faites en différents points pour établir l'ambiance générale.

Par exemple, dans une salle de cinq compresseurs nous choisissons six points de mesure (fig. 9).

- point n° 1 : entre un compresseur en marche et un à l'arrêt
- point n° 2 : entre deux compresseurs en marche
- point n° 3 : devant le tableau de commande
- point n° 4 : face à un compresseur en marche entre la paroi de la salle et le volant du compresseur.
- point n° 5 et 6 : dans la cabine-bureau porte ouverte et porte fermée.

IV - PRESENTATION DES MESURES

Les résultats seront présentés par un tableau qu'accompagnera un schéma très simple de l'atelier où seront représentés les points de mesure. Les conditions dans lesquelles les mesures ont été faites seront précisées; indiquer, par exemple, le nombre de machines habituellement en marche ou à l'arrêt, leur régime, leur implantation....

V. - ESTIMATION DE LA NOCIVITE - COMPARAISON DES COURBES A B C - LES CRITERES I.S.O. -

A partir des trois valeurs obtenues en valeur globale A, B et C, la nuisance sera étudiée et évaluée de deux façons :

a - comparaison des trois valeurs entre elles,

b - comparaison de la courbe A et des indices ISO

A - COMPARAISON DES COURBES A, B, C, ENTRE ELLES

La comparaison des trois valeurs, et en particulier des courbes A et C, permet de mettre en évidence la prépondérance des sons aigus ou graves :

Exemple :

I - Courbe A 86 db
courbe B 97 db
courbe C 102 db

Nous voyons que l'atténuation des fréquences moyennes et graves à partir de 800 Hz en courbe A est de 16 db par rapport à la courbe linéaire C. L'importance de cette chute montre la prépondérance des fréquences moyennes et graves dans le bruit considéré.

2 - courbe A 90 db
courbe B 92 db
courbe C 92 db

L'atténuation entre la courbe A et C de 2 db est négligeable et montre la prépondérance des fréquences aiguës dans la composition de ce bruit.

B - COMPARAISON DE LA COURBE A AVEC LES CRITERES DE NOCIVITE DE L'I.S.O.

La valeur en courbe A est significative ; en affaiblissant les sons graves elle donne une part prépondérante aux fréquences aiguës et de ce fait traduit mieux la nocivité d'un bruit en comparant la valeur globale d'un bruit ainsi obtenu en courbe A à l'indice d'évaluation I.S.O. calculé par bande de fréquence pour un même bruit, on constate que cette valeur globale est en moyenne supérieure de 4 à 5 db à celle donnée par l'indice I.S.O.

Exemples de comparaison entre les mesures faites en valeur globale (dbA) et les indices I.S.O. pour les mêmes points de mesure :

	dbA Variations des niveaux sonores	Indice I.S.O.	Indice d'évaluation I.S.O. approché Valeur globale A moins 5 db
Bureaux ouverts sur chantier	6 8 à 5 4	6 2 à 5 0	6 3 à 4 9
Plancher de conduite-chaufferie	9 I	8 5	8 6
Salle de contrôle après protection	6 8	6 4	6 3
Plancher des turbines	9 I	8 7	8 6

Nous pouvons ainsi à partir de la valeur en courbe A, en retranchant 5 db de la valeur obtenue, approcher de 1 db l'indice I.S.O. calculé par analyse spectrale (indice de la courbe d'équibruyance qui tangente supérieurement le spectre). Pratiquement, la mesure en valeur globale permet d'affirmer que dans le premier exemple (bureaux) les niveaux sonores dépassent ceux, généralement admis pour les bureaux de secrétariat ou même les salles de mécanographie, que la salle de contrôle est bien protégée puisque le niveau sonore est ramené à celui d'un atelier, et qu'enfin le dernier exemple montre qu'il existe un risque d'hypoacousie en cas d'une exposition permanente.

VI - PROTOCOLE PROPOSE

Pour conclure nous proposons un protocole d'estimation de la nocivité des bruits dont les principes seront :

1 - Utilisation d'un sonomètre simple permettant la mesure globale A, B, C.

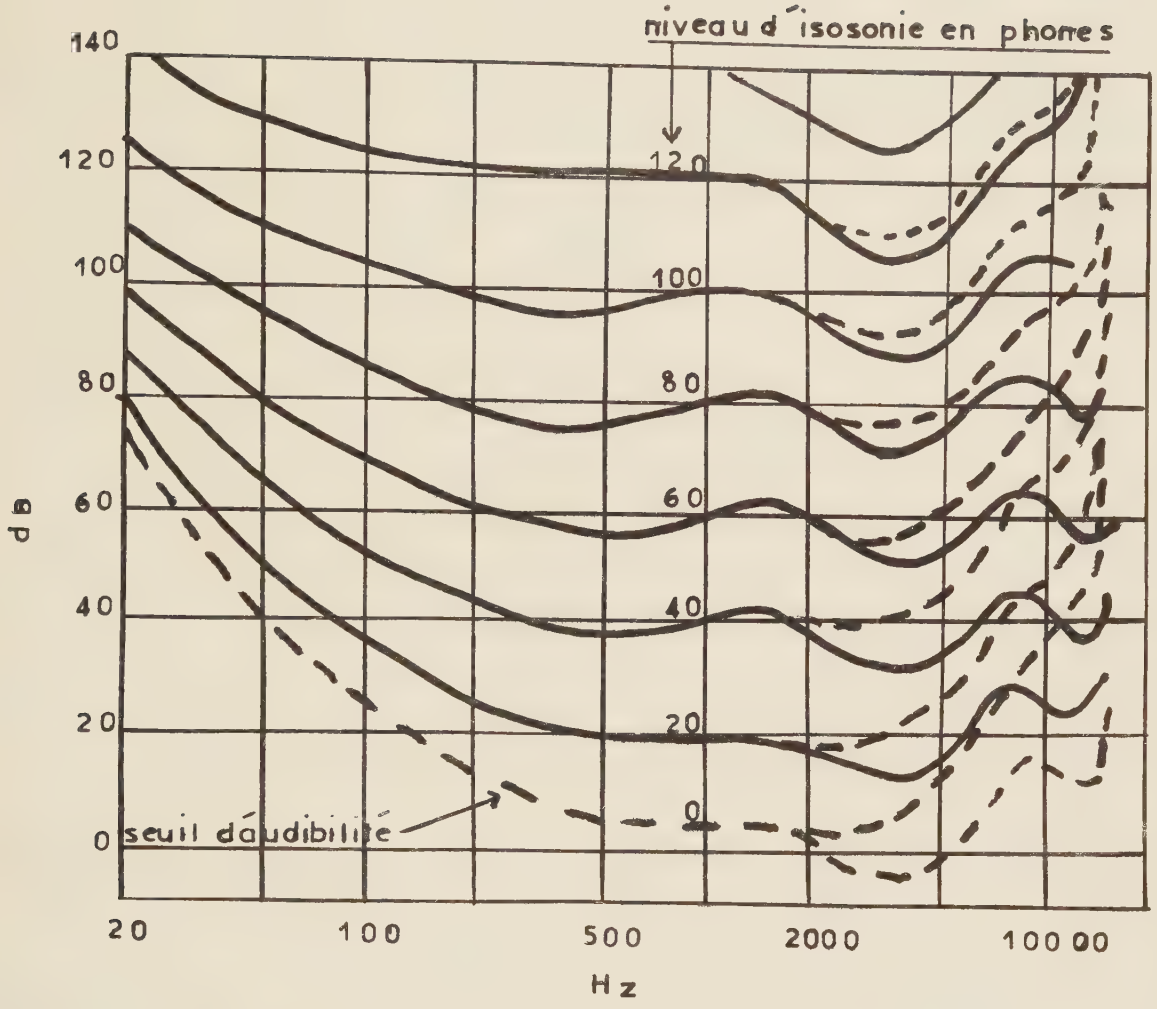
2 - Détermination de ces trois valeurs globales au niveau des points de mesure choisies et en fonction des conditions de travail.

3 - Estimation de la nuisance par comparaison des courbes A, B, C, entre elles et référence de la courbe A aux indices I.S.O.

Pour un atelier ayant nécessité six points de mesure (fig9), le nombre de déterminations en valeur globale est de 6 x 3 = I8 mesures. Elles sont effectuées en moins de vingt minutes.

oOo

fig 1

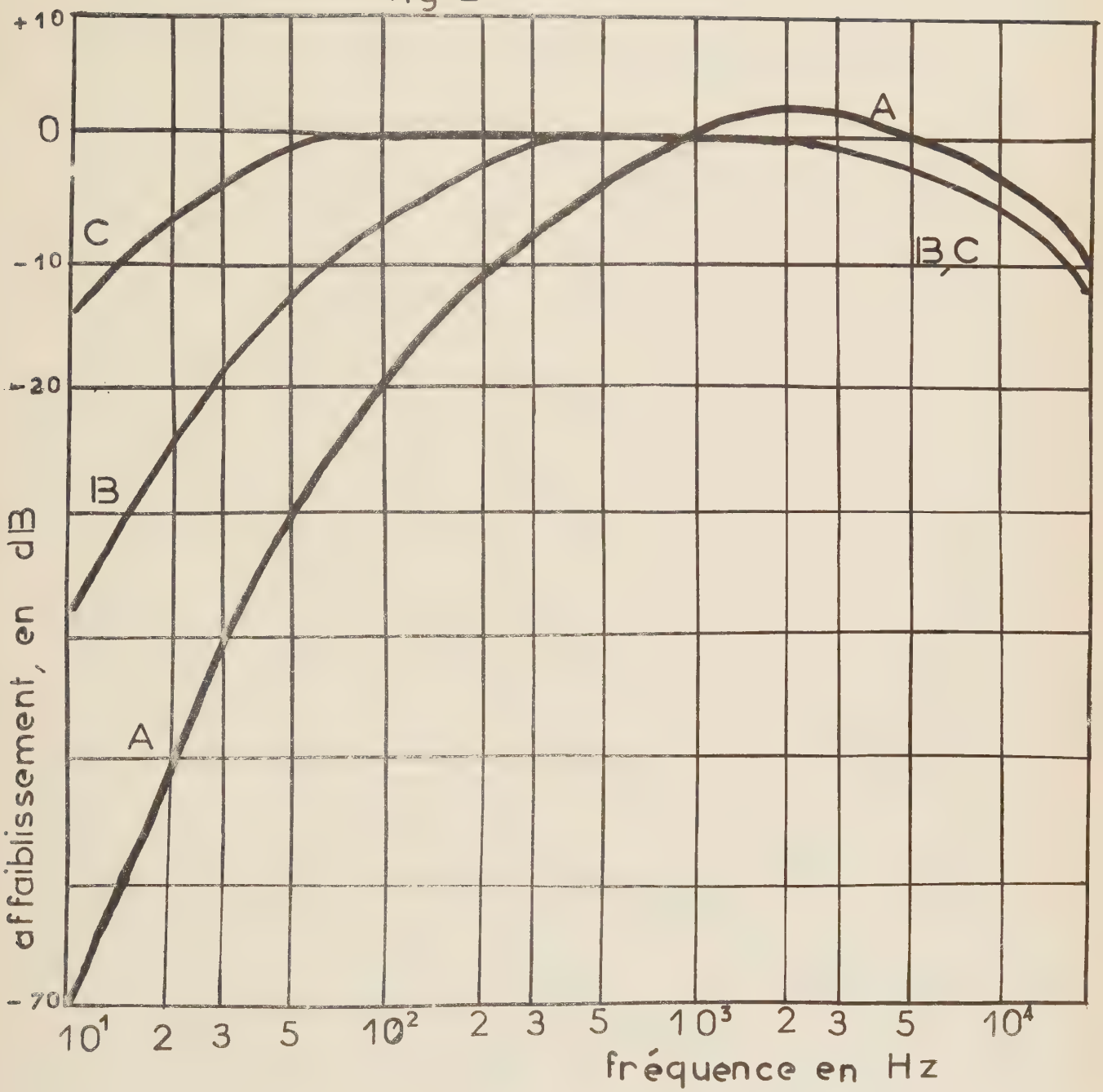


20 ans

60 ans

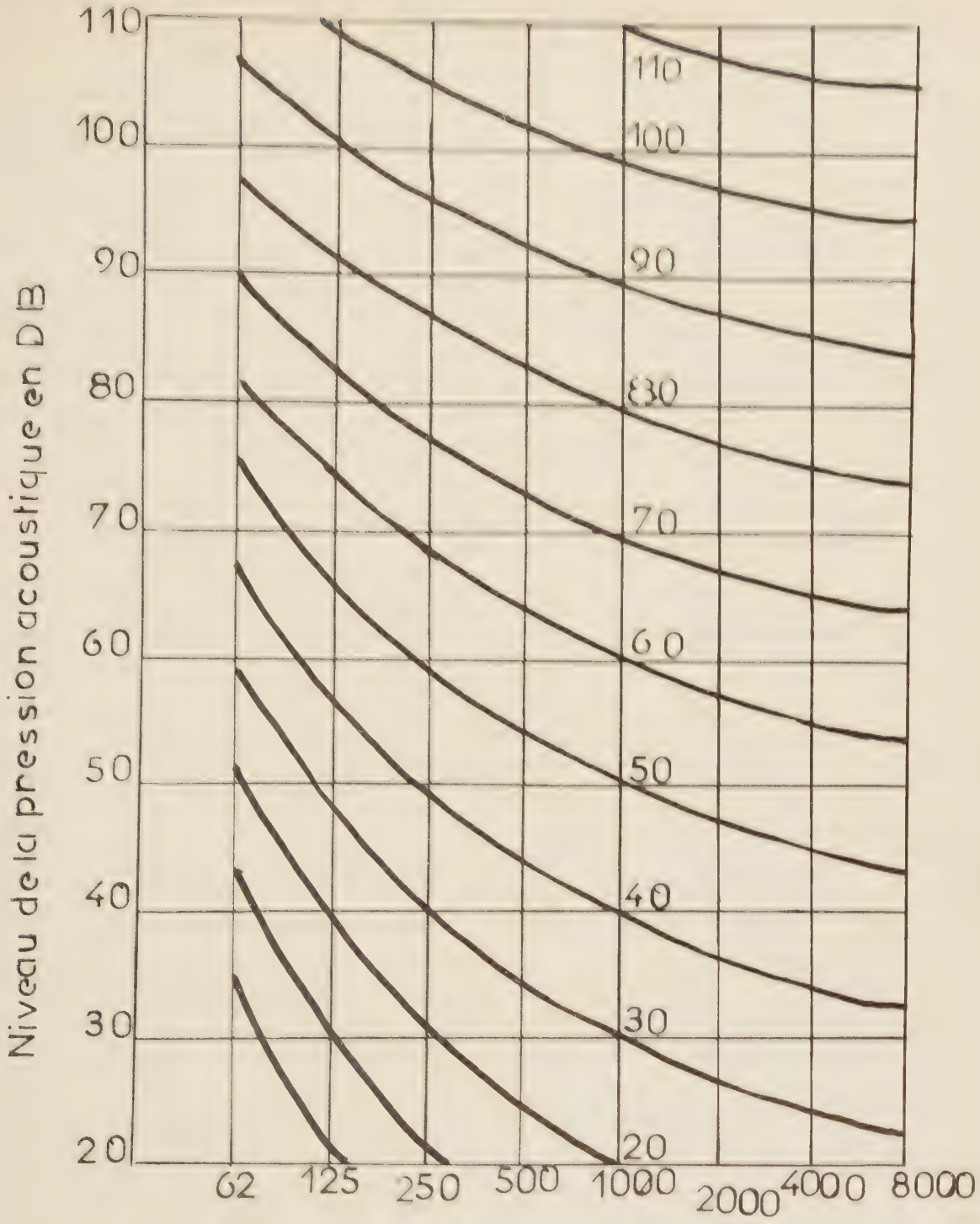
RESEAU DE LIGNES ISOSONIQUES

fig 2



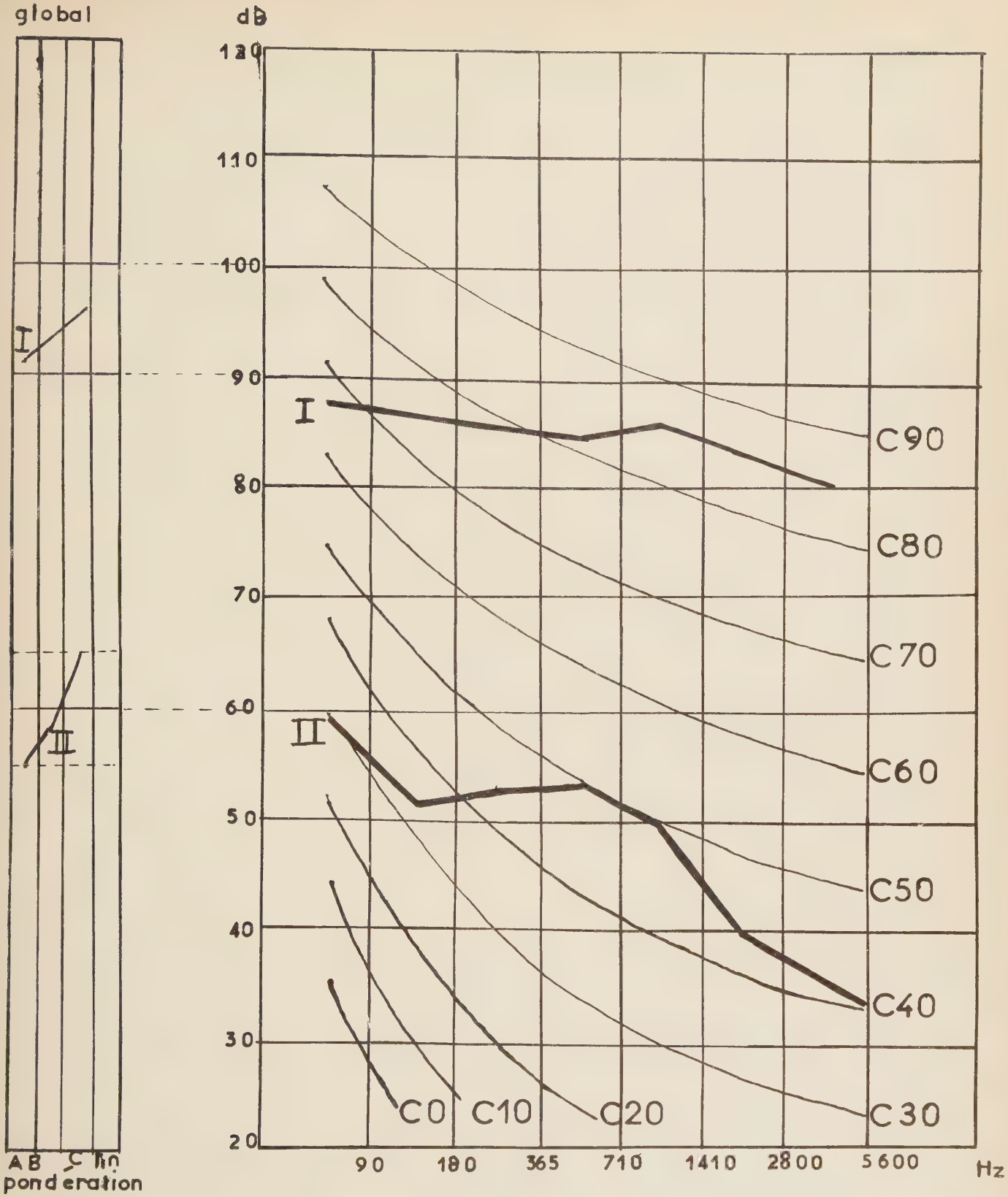
REPONSES PONDEREES DES SONOMETRES

Fig 3



Critere d' égale bruyance - 150 -

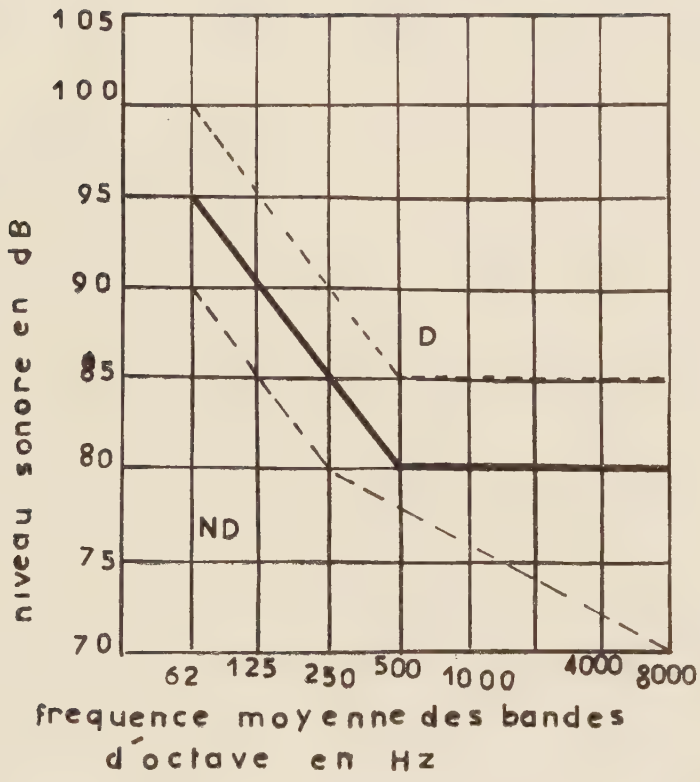
fig 4



PLANCHER DE CONDUITE DANS UNE CHAUFFERIE: I

BUREAU OUVERT SUR UN CHANTIER: II

fig 5



LIMITE ACCEPTABLE DU BRUIT PRECONISEE PAR LA COMMISSION D'ETUDE

DU BRUIT DU MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE

fig 6

NOISE RATING NUMBERS FOR INTERMITTENT NOISE EXPOSURE

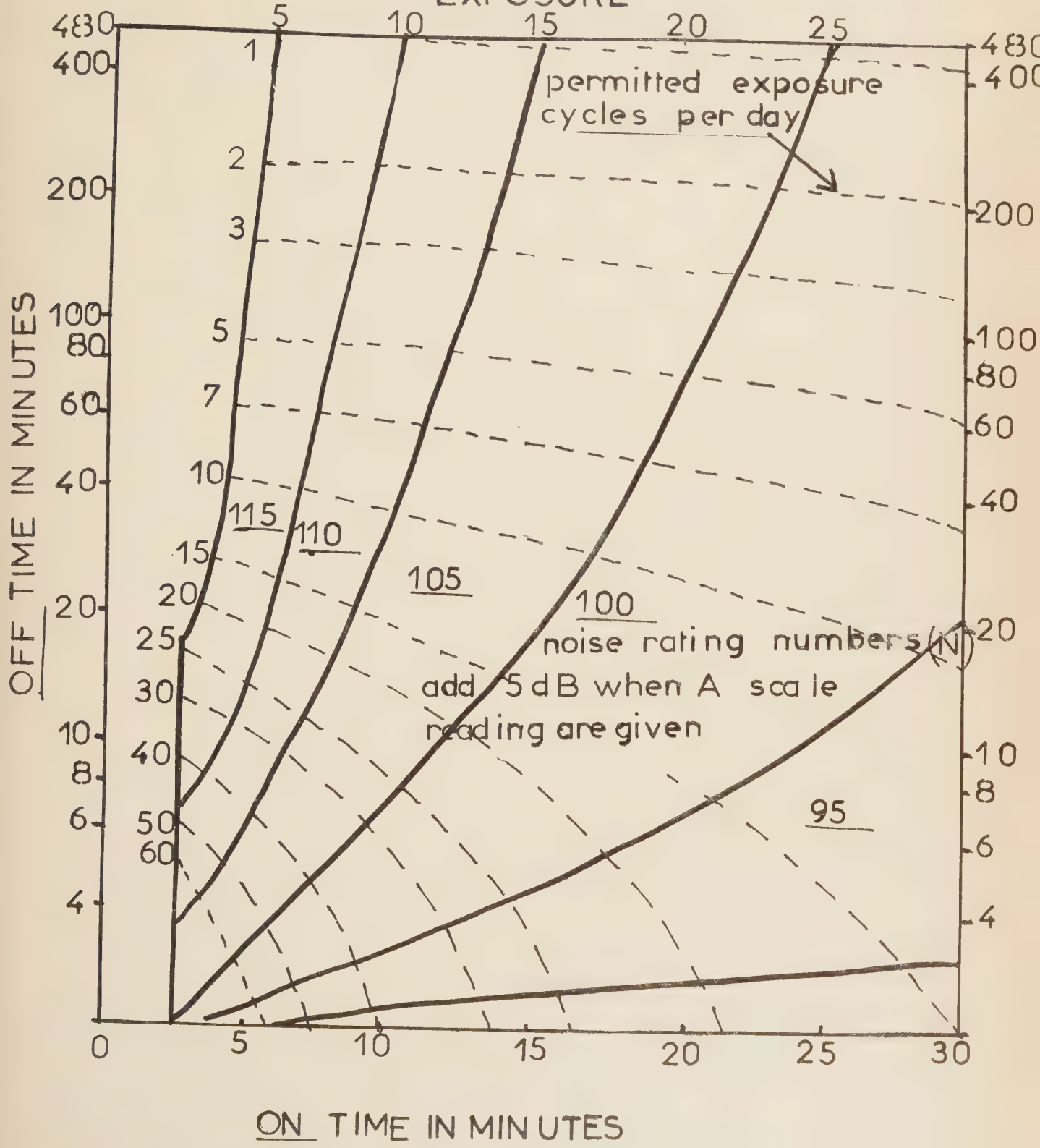
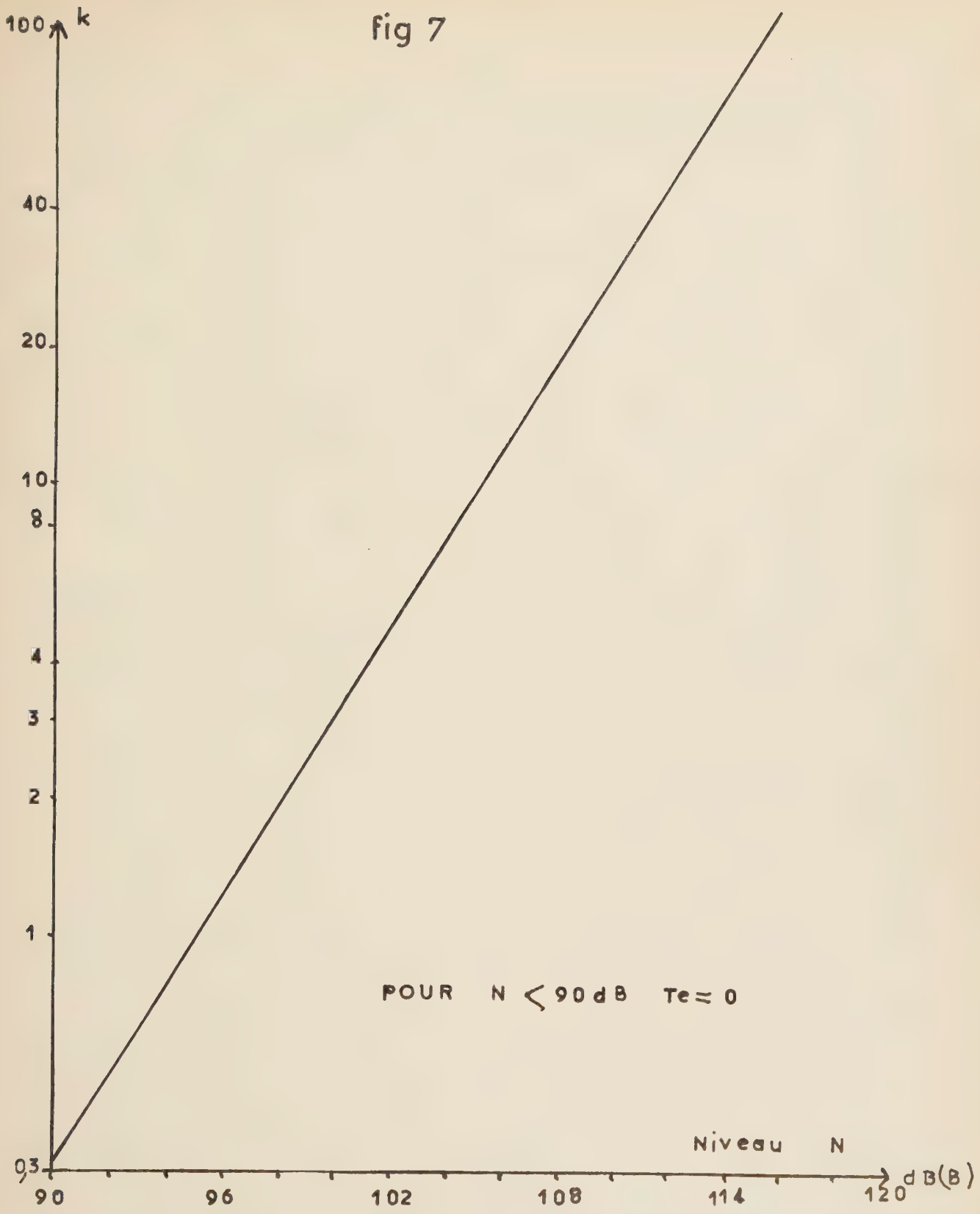


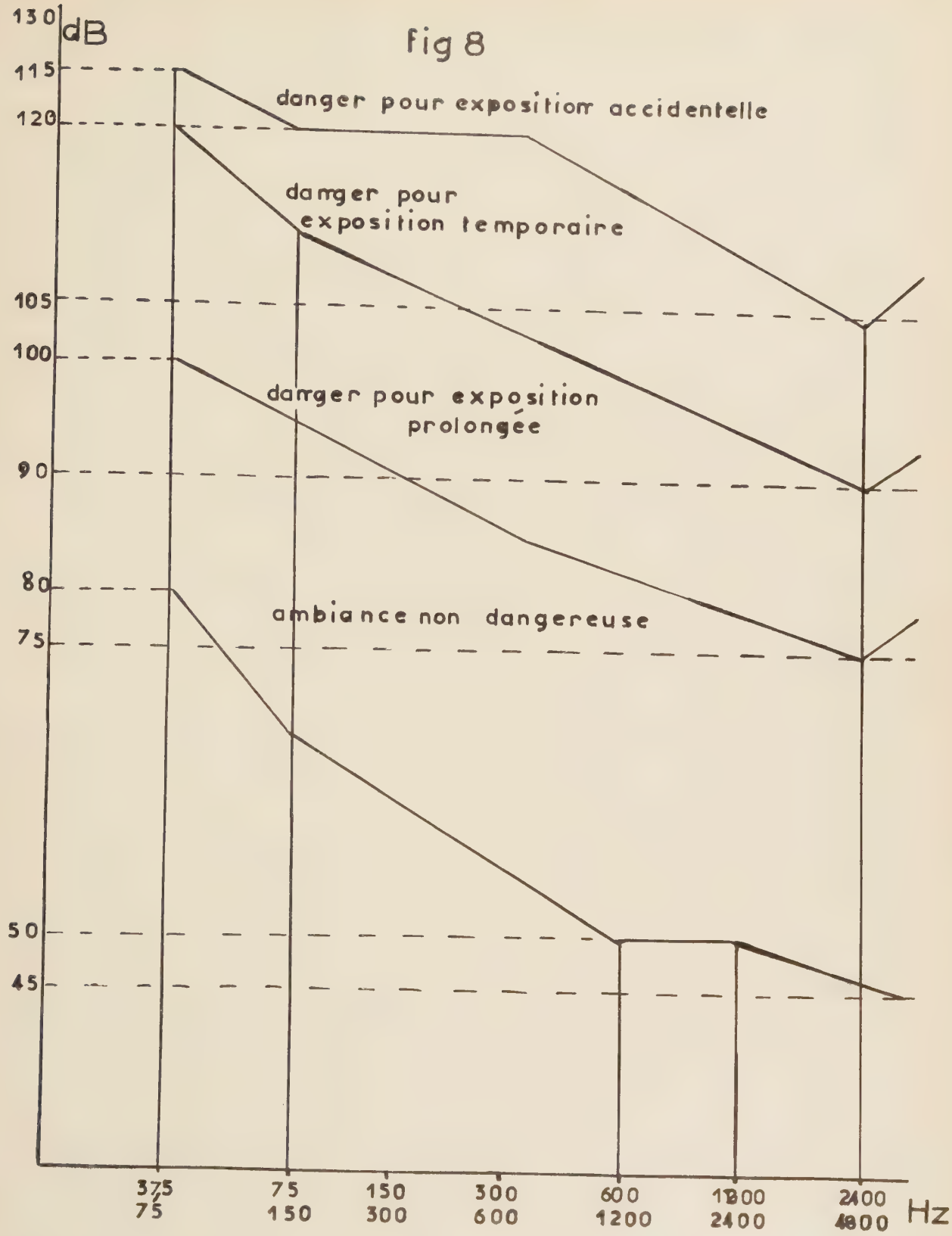
fig 7



Temps d'exposition équivalent à 95 dB(B) Te=kt

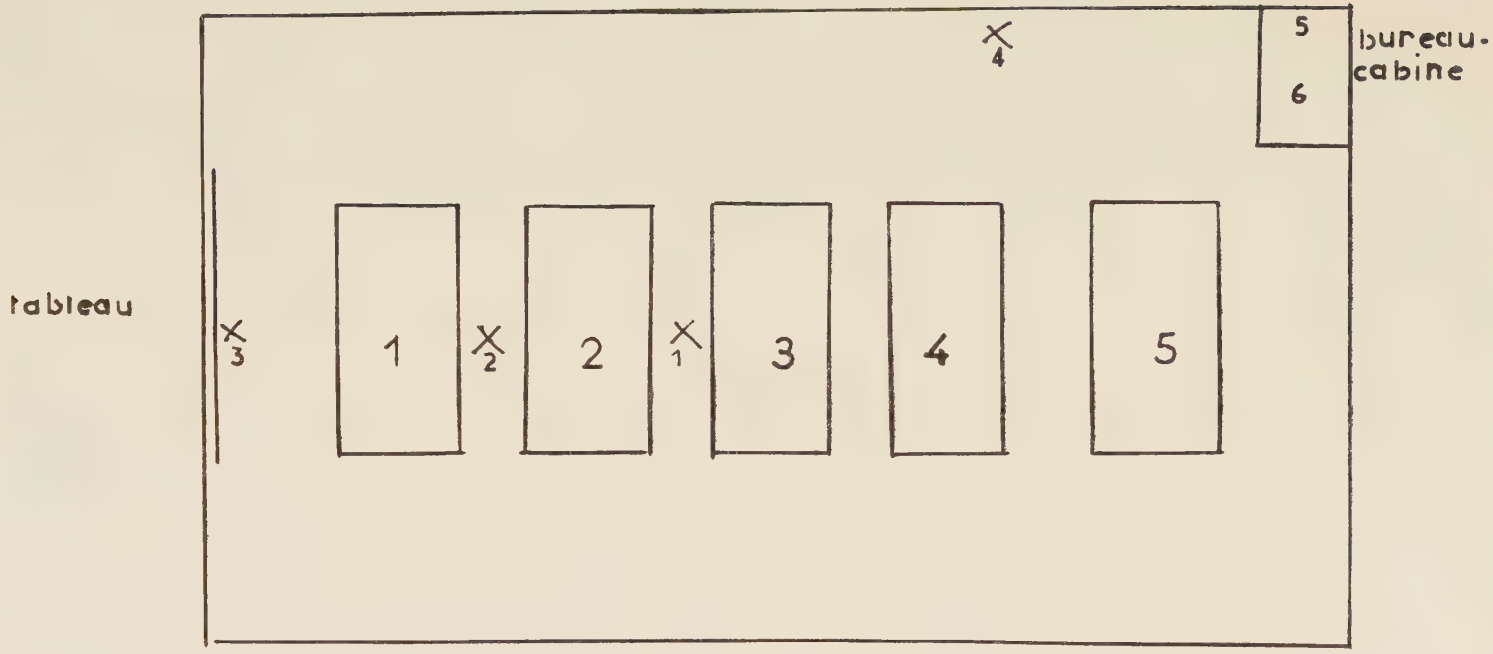
t étant le temps d'exposition réel au niveau N

fig 8



CRITERES DU TRAUMATISME SONORE - I.N.S -

fig 9



SALLE DE 5 COMPRESSEURS

1, 2, 4 en marche
6 points de mesure

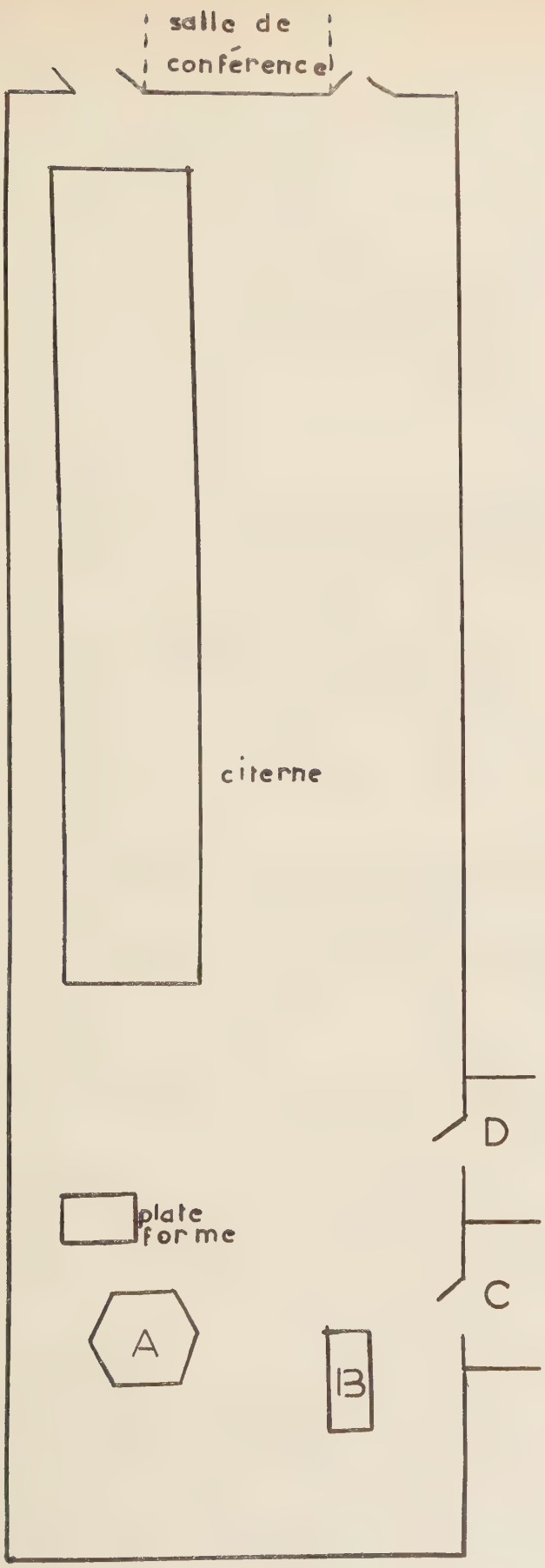


fig 11

INTRODUCTION

PREMIER EXEMPLE :

Une station de recompression pour le transport du gaz à longue distance

A - LA SALLE DES COMPRESSEURS

B - LE BUREAU DE LA STATION DE RECOMPRESSION

C - PURGE

DEUXIEME EXEMPLE :

La salle d'émission dans une usine de production gazière

A - LA SALLE PROPREMENT DITE

B - LA CABINE BUREAU DE L'EMISSIONNAIRE

TROISIEME EXEMPLE :

Une salle de ventilateurs dans une usine de production gazière

QUATRIEME EXEMPLE :

Une installation de cracking dans une usine de production gazière.

CINQUIEME EXEMPLE :

Centre de recherches et d'essais -

Le hall d'essais des turbines.

oOo

EXEMPLES DE MESURES EFFECTUEES PAR LE MEDECIN DU TRAVAIL

Les mesures que nous rapportons ont été effectuées dans des lieux de travail de l'Industrie Electrique et Gazière.

Les exemples que nous faisons figurer dans ce travail ont été choisis comme étant les plus représentatifs au point de vue de l'estimation de la nuisance bruit à l'aide de mesures simples effectuées par le Médecin du Travail suivant le protocole retenu au chapitre précédent.

Chaque exemple comportera la détermination des niveaux sonores pour les trois valeurs globales en décibels A, B, et C, en des points significatifs quant aux conditions de travail. Les résultats obtenus seront comparés aux indices de nuisance proposés par l'I.S.O.

PREMIER EXEMPLE :

Une station de recompression pour le transport du gaz à longue distance.

Il s'agit d'une station de recompression qui comprend 5 moteurs (ou "groupes") dont 1 reste toujours en réserve (moto-compresseur clark).

Nous avons effectué 3 séries de mesures :

- une série pour déterminer des niveaux sonores d'ensemble dans la salle des compresseur ;
- une série dans le bureau cabine où se tient habituellement le Personnel,
- une série, enfin, lors d'une purge.

A - LA SALLE DES COMPRESSEURS

Les mesures sont faites au maximum de puissance des 4 moteurs en marche.

L'observateur perçoit un bruit intense, continu, sans à-coup.

La conversation à voix très haute est impossible. On perçoit les vibrations sur les parois et le plancher de la salle.

Trois points de mesure sont choisis (fig. I0) :

1 - entre deux moteurs en marche, le "2" et le "3"

2 - entre un moteur en marche et celui à l'arrêt (le "3" et le "4")

3 - entre un moteur en marche et la paroi.

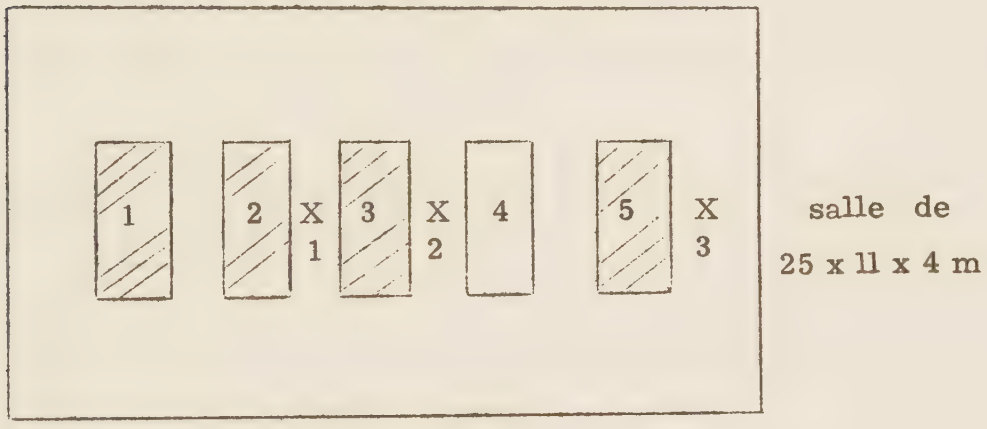


Fig. 10

	I	II	III
db C	101	99	98
db B	100	97,5	96,5
db A	98	95	95

Interprétations :

a - Nous avons vu quelle valeur significative nous pouvons accorder à la courbe A ; en affaiblissant les sons graves elle donne une part prépondérante aux fréquences aiguës et met mieux en évidence la nocivité d'un bruit.

Nous voyons , dans ce premier exemple, que les différences d'intensités entre les mesures faites en courbe A et celles faites en courbe C sont minimes (de l'ordre de 3 à 4 db). Il y a donc une augmentation du risque due à la prépondérance des fréquences moyennes et aiguës dans la composition du bruit étudié.

On peut admettre que ces fréquences résultent de l'écoulement des fluides et que les fréquences graves résultent du fonctionnement des compresseurs.

b - en diminuant de 5 db les valeurs des intensités du bruit obtenus en courbe A, nous obtenons ce que nous avons appelé "l'indice I.S.O. approché" (à 1 db près).

Nous avons pour les trois points de mesure :

	I	II	III
Indice I.S.O. approché	93	90	90

Nous pouvons ainsi affirmer, en se référant aux critères I.S.O., que l'ambiance sonore est très bruyante et dépasse le niveau admis pour une exposition permanente (critère I.S.O. : 85 au plus, 5 heures par jour, pendant I0 à I5 ans).

Pour une exposition fractionnée, les limites maximum à ne pas dépasser en se référant à l'abaque I.S.O. (fig. chapitre IV) se situent à

15 cycles par jour de 27 minutes d'exposition au bruit suivies de 5 minutes de repos.

Mais dans les conditions de travail propre à l'installation étudiée, le port du casque lors des travaux d'entretien, est indiqué.

B - LE BUREAU DE LA STATION DE RECOMPRESSION

Il est contigu à la salle de recompression précédemment étudiée.

Nous faisons deux séries de mesures : fenêtre fermée, fenêtre ouverte. Nous obtenons :

	Fenêtre fermée	Fenêtre ouverte
db C	72 à 73	79 à 80
db B	64	72 à 74
db A	58	66

Il existe une certaine prépondérance de fréquences graves : la différence entre les mesures en db C et en db A est de l'ordre de I3 db. D'une façon générale les sons aigus sont plus atténués par l'isolation réalisée par les murs et les parois vitrées.

Les indices I.S.O. approchés sont :

fenêtre fermée : 53

fenêtre ouverte: 61

Ils sont en accord avec les indices recommandés par l'I.S.O. et correspondent à :

atelier : 60 à 70

salle de mécanographie : 50 à 60

C - PURGE

A chaque ronde (4 par quart de 8 heures) un machiniste effectue une purge : il s'agit alors d'un bruit intense d'échappement de fluide qui dure quelques secondes.

Les mesures faites à ce moment précis donnent les valeurs suivantes :

db C	125
db B	120
db A	108
Indice I.S.O. approché	103

Il existe un risque de traumatisme sonore. Le port du casque est nécessaire.

DEUXIEME EXEMPLE :

La salle d'émission dans une usine de Production Gazière.

A - LA SALLE PROPREMENT DITE

Comme dans l'exemple précédent il s'agit d'une installation gazière où l'on comprime le gaz de ville afin de l'envoyer à longue distance. L'observateur perçoit un bruit intense qui rend la conversation à voix haute impossible ; il perçoit aussi les vibrations sur le plancher et les parois de la salle.

Dans la salle d'émission sont en marche au moment des mesures :

- quatre compresseurs Wintherthur
- un compresseur M.P.R.
- un compresseur à petite vitesse

Nous présentons deux séries de mesures :

a - à I, 5 m du compresseur M.P.R., côté compression

b - à 1 m, de l'autre côté, à l'emplacement habituel du machiniste chargé du graissage.

Nous obtenons :

	Côté compression à 1,5 m du compresseur	côté du graisseur à 1 m
db C	105, 5	107, 5
db B	106	108
db A	103	106

Nous voyons qu'il existe de fortes intensités sonores avec une nette prépondérance de sons aigus.

"L'indice I.S.O. approché" est :

côté compression : 98

côté du graisseur : 101

Dans l'enceinte l'exposition du personnel est occasionnelle, le port du casque est cependant indiqué. D'autres mesures ont été faites dans cette salle, elles sont comparables à celles citées.

B - LA CABINE BUREAU DE L'EMISSIONNAIRE, CONTIGUE A LA SALLE PRECEDENTE.

Cette cabine se trouve à l'extrémité de la salle d'émission, une de ses parois est ouverte en permanence sur cette salle ; le personnel s'y tient continuellement.

Les moteurs dans la salle d'émission ne sont pas tous en marche en même temps. Nous avons dû effectuer 3 séries de mesures suivant le nombre des moteurs en marche et en tenant compte de l'ordre de marche habituel de l'installation.

Cette cabine est bruyante et la conversation à voix très haute à 30 cm est impossible généralement. On perçoit un bruit continu de moteurs électriques avec quelques fluctuations.

Mesure n° 1

Cette mesure correspond à la marche la plus courant de l'installation.

4 compresseurs Wintherthur
1 compresseur M.P.R.
1 surpresseur à petite vitesse

db C	87 à 86
db B	89 à 86
db A	84 à 82

Mesure n° 2

Lors de la mise en marche supplémentaire d'un compresseur d'air

db C	90 / 89
db B	9I / 90
db A	87 / 86

Mesure n° 3

Par rapport aux deux mesures précédentes il y a 2 petits compresseurs wintherthur à l'arrêt, mais une turbo-soufflante en marche de plus.

db C	88 / 86
db B	87 / 86
db A	84

Interprétation :

L'ambiance de cette cabine bureau est en permanence bruyante. La comparaison des mesures en db C et db A nous montre qu'il existe une prépondérance de sons aigus.

L'indice I.S.O. approché donne pour les trois séries de mesures effectuées :

1 - 79/77

2 - 82/81

3 - 79

Les indices ainsi calculés sont inférieurs à l'indice I.S.O. 85 à partir duquel il y aurait risque d'hypoacousie. Cependant l'ambiance est bruyante et l'indice dépasse nettement celui conseillé pour les ateliers.

TROISIEME EXEMPLE :

Une salle des ventilateurs dans une usine de Production Gazière.

Il s'agit d'une salle comprenant 6 ventilateurs. Lors des mesures effectuées il n'y avait que 4 ventilateurs en marche (3000 tours/minutes).

L'observateur perçoit un bruit de vrombrissement régulier de forte intensité rendant la conversation à voix très forte, impossible.

Les mesures :

1 - Les mesures sont effectuées face à 2 ventilateurs en marche.

db C	96
db B	96
db A	94

Nous voyons qu'il s'agit d'un bruit de très forte intensité avec une prépondérance de sons aigus.

L'indice I.S.O. approché est de 89 ; il est nettement supérieur à l'indice 85 proposé comme limite supérieure à ne pas dépasser en cas d'exposition permanente dans une enceinte industrielle.

2 - Nous avons effectué une série de mesures sur la route qui longe cette salle de ventilateurs à 5 mètres. L'observateur perçoit un bruit encore intense mais la conservation à voix très haute est possible.

Nous obtenons :

db C	87
db B	87
db A	84,5
Indice I.S.O. approché	79,5

Nous voyons que l'atténuation du bruit produit dans la salle est de 10 db à 5 mètres et en plein air. Les abords immédiats de cette salle restent très bruyants.

QUATRIEME EXEMPLE :

Une installation de cracking dans une usine de production gazière .

1 - LA SALLE DE COMMANDE DU CRACKING

On perçoit un bruit intense présentant des fluctuations, la conversation n'est possible qu'à voix forte.

Nous effectuons, ici, deux séries de mesures dans la salle de commande du cracking où se tient en permanence le personnel :

a - portes et fenêtres fermées (condition normale de travail) avec ventilation d'air chaud.

b - portes et fenêtres fermées sans ventilation d'air chaud.

	a avec ventilation	b sans ventilation
db C	90 / 89	90 / 88
db B	89 / 88	88
db A	86 / 85	86 / 85
Indice I.S.O. approché	8I / 80	8I / 80

Il existe une légère prépondérance de sons aigus. L'indice I.S.O. approché donne une valeur inférieure à l'indice limite I.S.O. 85.

2 - PLATE FORME DU CRACKING, PREMIER ETAGE :

Cette série de mesure est effectuée en plein air :

db C	85 / 83
db B	85 / 82
db A	80
Indice I.S.O. approché	75

Le bruit est moins intense que dans la salle de commande.

3 - ATELIER DE SOUDURE A L'ARC SE TROUVANT A 25 METRES DES LIGNES DE CRACKING :

db C	79 / 77
db B	75
db A	73 / 7I
Indice ISO approché	68 / 66

L'ambiance sonore dans cet atelier présente de petites fluctuations. Cependant, les intensités mesurées sont conformes aux indices proposés par l'I.S.O. pour un atelier (de 60 à 70).

CINQUIEME EXEMPLE

Centre de recherches et d'essais- Le hall d'essais des turbines.

Il s'agit d'un vaste hall où l' on essaie les turbines (fig. 11)

Dans le hall même se trouvent deux bureaux, A et B, l'un à 2 m, l'autre à 8 m de la plate-forme d'essais des turbines.

Deux bureaux sont contigus au hall du même côté que la plate-forme, une salle de conférence est contigüe au hall du côté opposé à celui où se trouve la plate-forme.

Nous avons effectué trois séries de mesures :

a - Mesures des bruits de fond

b - Mesures lors d'un premier essai -(600 m de chutes, 2950 tr/mn; ouverture 6)

c - Mesures lors d'un 2e essai - (600 m de chutes, 2950 tr/mn, ouverture 40).

Les mesures

a - BRUIT DE FOND

	db C	db B	db A	Indice ISO approché
Hall	76 à 8I	76 à 70	72 à 65	67 à 60
Plate-forme	76	73	69	64
A	64	58,5	51	46
B	75	66	57	5I
C	70	66	6I	56
D	67	64	56	51
Salle de conférence	63	57	45	40

L'intensité du bruit dans le hall et sur la plate forme ne dépasse pas l'indice I.S.O. pour un atelier (60 - 70).

Par contre les bureaux et la salle de conférence présentent des indices nettement supérieurs à ceux généralement recommandés par l'I.S.O. (indice 30) pour les 2 catégories de locaux.

b - PREMIER ESSAI

	db C	db B	db A	Indice ISO approché
Hall	88 / 90	85	83	78
Plate-forme	93 / 95	89,5	87	82
A	77	7I	66	6I
B	78	71	67	62
C	78	76	72	67
D	78	72	68	63
Salle de conférence		57	53	48

c - DEUXIEME ESSAI

	db C	db B	db A	Indice ISO approché
Hall	90,5/94	87,5	85	80
Plate-forme	98 / IOI	95	92	87
A	82	79	77	72
B	78	72	67	62
C	75	72	67	62
D	75	68	6I	56
Salle de conférence	65	59	52	47

Nous pouvons faire deux constatations devant ces deux séries de mesures.

1 - Le bruit dans le hall ne dépasse pas des intensités couramment rencontrées dans des installations industrielles. Une seule fois l'indice 85 est dépassé (87 sur la plate-forme). Le personnel n'est donc pas exposé de façon permanente à un risque d'hypoacousie dans le hall et les deux bureaux qui y sont inclus.

2 - Les bureaux C et D et la salle de conférence sont en permanence bruyants avec des indices I.S.O. approchés qui dépassent 60 lors des essais pour les bureaux et 45 pour la salle de conférence.

oOo

CONCLUSIONS

PROPOSITIONS

Les mesures sonométriques simples doivent entrer dans la pratique habituelle du Médecin du Travail. Il est certain que c'est en établissant le spectre sonore d'un bruit que sera faite l'étude la plus précise de sa nuisance, d'autant que les critères de nuisance français ou étrangers sont établis en fonction des fréquences, notamment ceux proposés par le Ministère de la Santé Publique et l'I.S.O.

Mais l'utilisation en courbes globales d'un sonomètre ne pose que très peu de problèmes pratiques et permet rapidement au médecin d'obtenir des mesures de référence pour les études des postes de travail ou les expertises éventuelles. Notons que l'estimation de la nuisance d'un bruit par les Médecins du Travail à l'aide d'une seule mesure globale est déjà couramment utilisée. Il est alors souhaitable que l'habitude soit prise de signifier, lors de la présentation des mesures, s'il s'agit de décibel A, B ou C ; l'écart entre une mesure en décibel A ou en décibel C pour un même bruit pouvant être important, par exemple, nous pouvons obtenir lors des mesures de l'intensité d'un bruit ces valeurs :

db A 77	ou	77 db A
db C 87	ou	87 db C

Nous voyons qu'une seule mesure non spécifiée perd de sa signification et rend difficile, voir impossible, toute appréciation ou comparaison puisque nous aurions aussi bien 87 db que 77 db pour ce même bruit.

Rappelons à ce propos, que des 3 valeurs globales, la courbe de pondération A est celle qui tient le plus grand compte de la sensibilité particulière de l'appareil auditif pour les fréquences aiguës ; et que de ce fait elle doit être considérée comme représentant le mieux la nuisance d'un bruit.

On doit en conclure que la courbe de pondération A devra être utilisée de préférence aux deux autres courbes B ou C, lors d'une seule mesure en valeur globale.

Il est aussi souhaitable que l'accord se fasse sur les valeurs des intensités exprimées en mesure globale à ne pas dépasser lors des expositions permanentes. Les critères actuellement proposés, en valeur d'octave, permettent une estimation suffisante de la nocivité du bruit industriel lors des mesures spectrales.

La transposition en valeur globale de ces différentes recommandations et notamment de celles de la Commission du Bruit au Ministère de la Santé Publique, fixe à 85 décibels A la limite supérieure à ne pas dépasser pour des expositions permanentes.

En effet, une valeur globale de 85 décibels A inclue pratiquement des niveaux en octave, pour les moyennes et hautes fréquences, de l'ordre de 85 décibels ; notamment pour la fréquence I000 que nous savons "significative" du point de vue de la nocivité (NOISE RATING NUMBERS I.SO.)

Au-dessus de 90 db A l'ambiance sonore devra être considérée comme dangereuse et susceptible de provoquer des altérations audiométriques avec risque d'hypoacousie professionnelle. Le personnel devra être alors soumis à une surveillance audiométrique et des mesures de protection

technique, de protection individuelle et d'organisation du travail devront être recherchées.

oOo

Le problème est encore plus complexe pour les expositions fractionnées. L'abaque proposé par l'I.S.O. est d'une utilisation difficile et l'on peut se demander si dans le calcul du cycle exposition repos il a été suffisamment tenu compte de la notion de fatigue auditive et surtout de la notion de récupération et de non récupération de l'intégrité fonctionnelle auditive.

La même question se pose pour l'estimation de la nuisance du bruit par le calcul du temps d'énergie équivalente. On pourrait tenir compte empiriquement de la fatigue et du temps de récupération auditive, pour des expositions suffisamment rapprochés, en diminuant, par exemple, d'un tiers les temps d'expositions calculés par cette méthode.

Il en est de même pour l'estimation de la nuisance lors d'exposition de très courte durée à des bruits très intenses et du risque de traumatisme sonore.

Les courbes proposées par l'INS (fig. 7) nécessitent l'établissement d'un spectre sonore et ne permettent pas une estimation de la nocivité du bruit à partir des seules valeurs globales. Or, l'analyse spectrale est loin d'être dans les possibilités du Médecin du Travail, comme nous l'avons vu, notamment lors des bruits de choc ou de bruits de très brève durée.

L'estimation de la nocivité pourra être établie d'une manière satisfaisante en tenant compte de la valeur globale en décibels A, de la durée et de la répétition du bruit.

Il reste évident que des expositions à des bruits dont l'intensité en db A dépasse 100, même pour de courte durée, représentent un risque certain d'hypoacousie traumatique et nécessite une protection individuelle pour le personnel exposé.

Vu, le Président de Thèse :

M. DESOILLE

Vu, le Doyen de la Faculté :

M. G. BROUET

Vu et permis d'imprimer
le Recteur de l'Académie de Paris
M. J. ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

P. BARON,

- L'ambiance du travail - Problèmes posés par les bruits industriels

  Le Travail Humain - 25e Année - n° 3-4
  Juillet-Décembre I962

- La mesure du bruit - Problème physique et physiologique

  L'Aide Electrique - tome 26 - n° 350
  Mai 1956

Dr COURAU,

- Audition et bruit

  Le maniement de la perception II -
  Cahier de Médecine Interprofessionnelle
  Avril I963

R. CHOCHOLLE,

- Le bruit
  P U F 1960

J. PARIS,

- La mesure des bruits industriels par le Médecin du Travail - Critère de nuisance - Communication XIVe Congrès International de Médecine du Travail - MADRID I963.

- Estimation de la nocivité des bruits industriels par le Médecin du Travail.

- Comparaison entre la valeur globale en courbe A et l'indice d'évaluation du bruit proposé par l'I.S.O.

- Communication Société de Médecine et d'Hygiène du Travail 9 décembre I963.

LEHMAN

- Nachwers und bedentung der vegetativ - Nervösen Lärmbelastung Internat J. Prophyl - Méd. 2 J G - 1958.

ASSEMAT ,

- Le seuil de la nocivité du bruit industriel par M. ASSEMAT, ingénieur en chef du Service Prévention de la Caisse Régionale de Sécurité Sociale de NORMANDIE

Journées d'Etudes de Médecine du Travail
ROUEN - 23-24-25 NOVEMBRE I96I.

oOo

TABLE DES MATIERES

Pages

- INTRODUCTION 1

- CHAPITRE I
  Nature des bruits industriels 3

- CHAPITRE II
  La perception et la mesure des bruits 9

- CHAPITRE III
  Les critères de gène et de nocivité 13

- CHAPITRE IV
  Estimation simplifiée de la nocivité des bruits 21

- CHAPITRE V
  Exemples de mesures effectuées 29

- CONCLUSIONS - PROPOSITIONS 44

- BIBLIOGRAPHIE .....

oOo

EDITIONS A.G.E.M.P.
8 RUE DANTE
- PARIS V° -
ODÉ 58-90